

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-283665

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G06E 3/00

G11B 7/00

(21)Application number : 09-089103

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 08.04.1997

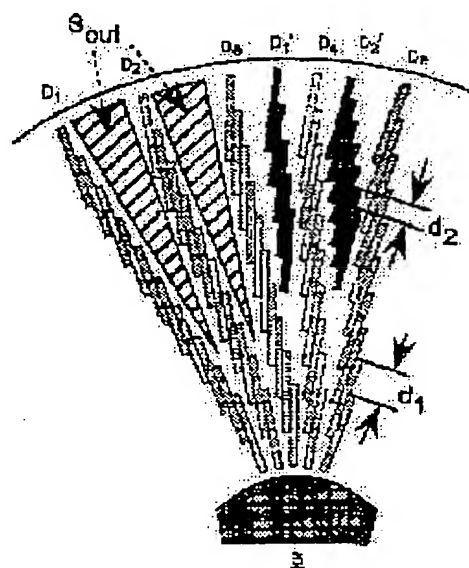
(72)Inventor : HIGURE MASAKI

## (54) OPTICAL ARITHMETIC DEVICE AND KEY WORD RETRIEVING DEVICE USING IT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical arithmetic device and a key word retrieving device recording information such as a key word, etc., on an optical disk in high density as a hologram, shortening a read-in time and a rewrite time of the data and accelerating them.

**SOLUTION:** This device is provided with the optical disk 3 converting the two-dimensionally arranged key word data to a one-dimensional Fourier transform type hologram at every one column, shifting these holograms each other by prescribed widths  $d_1$ ,  $d_2$  in the radial direction and recording two data groups  $D_1$ ... and  $D_1'$ ..., a reproducing optical system reproducing the hologram on this optical disk 3 and reproducing an image answering to the twodimensionally arranged data, a space light modulation element displaying respective element values of a retrieval request vector to operate the product with the regenerative data and a detector array detecting an intensity of converged light after transmitting through the space light modulation element. Then, the product between a key word data matrix and the retrieval request vector is high speed processed in parallel.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-283665

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 1 1 B 7/135  
G 0 6 E 3/00  
G 1 1 B 7/00

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135  
G 0 6 E 3/00  
G 1 1 B 7/00

Z

R

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-89103

(22) 出願日 平成9年(1997)4月8日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 日暮正樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

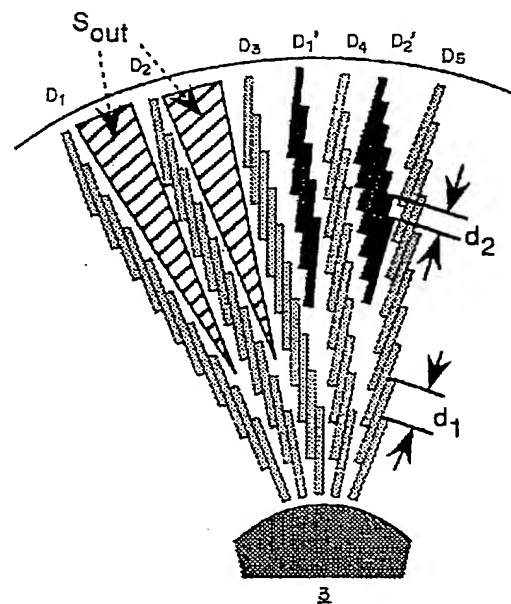
(74) 代理人 弁理士 藤澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 光演算装置及びそれを用いたキーワード検索装置

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクに高密度にキーワード等の情報をホログラムとして記録し、かつ、データの読込時間、書換時間の短縮を図り、高速にした光演算装置とキーワード検索装置。

【解決手段】 2次元に配列したキーワードデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつそのホログラム同士を半径方向に所定幅  $d_1$ 、 $d_2$  ずらして2つのデータ群  $D_1$ 、 $\dots$ 、及び、 $D_1'$ 、 $\dots$  を記録した光ディスクと、この光ディスク上のホログラムを再生し、2次元に配列したデータに対応した画像を再生する再生光学系と、再生データとの積を演算すべき検索要求ベクトルの各要素値を表示する空間光変調素子と、空間光変調素子を透過した後の集光光の強度を検出するディテクタアレイとを備え、キーワードデータマトリクスと検索要求ベクトルの積を並列で高速処理する。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コヒーレント光を発生する光源と、

前記コヒーレント光を平面波に変換し、かつスリット状に整形する1つまたは複数の照射光学系と、

2次元に配列した第1のデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ前記ホログラム同士を半径方向に所定間隔ずらして構成され、半径方向の全体の長さが光ディスクの半径方向の記録領域の長さにはほぼ等しいデータの組を第1の記録部に記録し、前記第1のデータとは異なる2次元に配列した第2のデータを

1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ、前記ホログラム同士を半径方向に前記所定幅と同じか又は小さい間隔だけずらして構成され、半径方向の全体の長さが前記第1のデータの長さより短いデータの組を、前記第1の各データが記録された前記第1の記録部の間の第2の記録部に記録した光ディスクと、

前記照射光学系からの前記コヒーレント光で照射された前記光ディスク上の前記第1のデータ、前記第2のデータの少なくとも一方を構成するホログラムから、前記2次元に配列したデータの各要素に対応した画像を再生する1つ又は複数の再生光学系と、

前記コヒーレント光で再生された画像をインコヒーレント光の光強度で前記2次元データの各要素値に比例する再生データに変換するための1つ又は複数の拡散板と、前記再生データとの積を演算すべきベクトルの各要素値を透過率の形で表示する1つ又は複数の空間光変調素子と、

前記空間光変調素子に表示する前記各要素値の透過率分布を決定し、前記空間光変調素子を制御する1つ又は複数の空間光変調素子制御装置と、

前記拡散板上より発し、前記空間光変調素子を透過した後のインコヒーレント光を集光する1つ又は複数の集光光学系と、

前記集光光学系により集光された光の強度を検出する1つ又は複数の光検出手段と、

前記光検出手段の信号値をマトリクスベクトル積の各要素の値に変換する1つ又は複数の演算結果デコード部と、を備えていることを特徴とする光演算装置。

【請求項2】 コヒーレント光を発生する光源と、

前記コヒーレント光を平面波に変換し、かつスリット状に整形する1つまたは複数の照射光学系と、

2次元に配列した第1のデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ前記ホログラム同士を半径方向に所定間隔ずらして構成され、半径方向の全体の長さが光ディスクの半径方向の記録領域の長さにはほぼ等しいデータの組を第1の記録部に記録し、前記第1のデータとは異なる2次元に配列した第2のデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ、前記ホログラム同士を半径方向に前記所定幅と同じか又は小さい間隔だけずらして構成され、半径方向の

全体の長さが前記第1のデータの長さより短いデータの組を、前記第1の各データが記録された前記第1の記録部の間の第2の記録部に記録した光ディスクと、

前記照射光学系からの前記コヒーレント光で照射された前記光ディスク上の前記第1のデータ、前記第2のデータの少なくとも一方を構成するホログラムをから、前記2次元に配列したデータの各要素に対応した画像を再生する1つ又は複数の再生光学系と、

前記コヒーレント光で再生された画像をインコヒーレント光の光強度で前記2次元データの各要素値に比例する再生データに変換するための1つ又は複数の拡散板と、前記再生データとの積を演算すべきベクトルの各要素値を透過率の形で表示する1つ又は複数の空間光変調素子と、

前記空間光変調素子に表示する前記各要素値の透過率分布を決定し、前記空間光変調素子を制御する1つ又は複数の空間光変調素子制御装置と、

前記拡散板上より発し、前記空間光変調素子を透過した後のインコヒーレント光を集光する1つ又は複数の集光光学系と、

前記集光光学系により集光された光の強度を検出する1つ又は複数の光検出手段と、

前記光検出手段の信号値をマトリクスベクトル積の各要素の値に変換する1つ又は複数の演算結果デコード部と、を備えており、

前記第1のデータ、前記第2のデータの少なくとも一方のデータをキーワードの組とし、かつ、前記空間光変調素子に表示されるベクトルを検索要求データとすることを特徴とするキーワード検索装置。

【請求項3】 記録データの各々に予めキーワードを付与し、ユーザーが入力したキーワード及び確信度と比較して記録データを検索し、検索結果を出力するキーワード検索装置において、

ユーザーが入力したキーワード及び確信度と、実際に目的画像に付与されていたキーワードとからユーザー毎の利用履歴データを作成する利用履歴データ作成部と、

前記ユーザー毎の利用履歴データに基づき、各ユーザー毎に確信度キーワード付与確率を算出又は補正する確信度キーワード付与確率算出部と、

前記ユーザー毎の利用履歴データに基づき、各ユーザー毎にユーザーシソーラスを補正するユーザーシソーラス算出部と、

前記確信度キーワード付与確率、前記ユーザーシソーラス、及び、ユーザー毎の利用履歴を記憶する記憶部と、

前記記憶部にデータを記憶するか又はそれから記録データを読み出すドライバ部と、

前記確信度キーワード付与確率、及び、前記ユーザーシソーラスに従って検索要求ベクトルを作成する検索要求ベクトル作成部と、を備えていることを特徴とするキ

ワード検索装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光演算装置及びそれを用いたキーワード検索装置に関し、特に、光ディスクに高密度にキーワード等の情報を記録してキーワード等を用いた高速検索を可能にする光演算装置及びそれを用いたキーワード検索装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】パソコンやその周辺機器の低価格化、デジタルカメラやスキャナの普及により、画像を電子的に取り扱う機会が増えている。電子化された画像は、プリントされた写真に比較して、データベース化が可能、キーワードを付与しておくことで検索が容易といった特徴\*

$$s^{(k)} = r^{(k)T} \cdot q$$

によって評価される。全画像ファイルに対する評価値をマトリクス表記すると、(2)式のようになる。

$$s = [s^{(1)}, s^{(2)}, \dots, s^{(M)}]^T = R \cdot q, \\ \text{where } R = [r^{(1)}, r^{(2)}, \dots, r^{(M)}]^T \quad \dots (2)$$

ここで、Mはデータベースに登録されている画像の枚数である。一般に、ベクトル空間モデルを採用した検索システムでは、評価値 $s^{(k)}$ の大きい画像から順に第1候補画像、第2候補画像・・・というように出力される。

【0005】しかし、キーワードの項目を $N_k$ 、蓄積された画像数を $N_i$ とすると、上記マトリクスRのサイズは $N_k \times N_i$ となる。NHK放送技研の検索システムFORKSを例にとると、 $N_k = 4,000$ 、 $N_i = 1,000,000$ であり、Rのサイズは $4000 \times 100$ 万 $\approx$ 約500Mbyteという膨大なものになってしまう。このため、検索要求ベクトルに対する評価値を高速に計算することは困難である。

【0006】膨大なマトリクスベクトル演算を高速に行う方法として、空間光変調器を用いた光並列処理システムである、光マトリクスベクトル積演算器(Optical Matrix-Vector Multiplier; OMVM)があげられる。光の並列性を利用するこの手法は、以前からよく知られている。図11にその概念図を示し、上記(2)式を計算する場合について説明する。OMVMは、LED等の発光体101に上記(2)式におけるベクトルqを表示する。液晶パネル等の空間光変調器102上には、(2)式のマトリクスRを表示する。発光体101の像は円筒レンズ等(図示せず)で横方向に拡大されて空間光変調器102上に結像される。空間光変調器101透過直後の光強度は、発光体101の発光強度と空間光変調器102の透過率の積に比例する。空間光変調器101透過後の光は、円筒レンズ等(図示せず)により、CCD等のディテクタ103上に集光する。このとき、ディテクタ103の各画素で検出される光強度は、(2)式左辺sの各要素の値に比例している。

【0007】このように、OMVMは発光体101が発

\*を持っている。

【0003】予めデータベース画像に付与したキーワードを利用して検索する方法として、ベクトル空間モデルがあげられる。ベクトル空間モデルにおいて、各画像は、各キーワードが座標軸の1つとなる空間上の1点 $r^{(k)} = [r_1^{(k)}, r_2^{(k)}, \dots, r_N^{(k)}]^T$ で表される。ここで、kは画像ファイルのID番号で、Nはファイリングシステムで用いられるキーワードの総数を表す。また、Tは転置を表す記号である。同様に、ユーザーの検索要求も同じN次元空間上の1点 $q = [q_1, q_2, \dots, q_N]^T$ で表される。検索結果は、キーワードベクトル $r^{(k)}$ と検索要求ベクトルqの内積値

$$\dots (1)$$

※【0004】

光するのとは同時にディテクタ上で演算結果が得られるので、上記の評価値の計算(2)式が高速に行えることが分かる。

【0008】また、本出願人により同時に出願された特許には、Marchand等が1993年に提案したMotionless-head Parallel readout Optical-disk System (MPOS)の手法を取り入れ、上記(2)式における評価値の計算を高速化した技術が開示されている。

【0009】また、検索要求ベクトルqに確信度を導入し、検索精度を向上する手法(例えば、特開平8-87508号)も提案されている。確信度とは、例えば[0, 1]の値で設定され、目的の画像に必ず含まれると思われるキーワードは確信度1、含まれるか否かが全く分からないキーワードには0を入力する手法である。つまり、記憶の曖昧さによってキーワードに重み付けすることになる。

【0010】さらに、上記特開平8-87508号には、各キーワードの関連性を考慮し、検索ベクトルqを修正することで、検索効率を向上させる技術が開示されている。

【0011】また、上記の同時出願特許には、ユーザーが入力した確信度の値や各キーワード同士の関連性を、ユーザー毎の個人差に応じて修正する技術が開示している。この技術では、これまでの利用履歴に基づいて確信度を修正するテーブルや、キーワード同士の関連関係(シソーラス)を決定している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記OMVMは、キーワードに当たる情報を読み出し、空間光変調器に表示しなくてはならない。そのため、キーワードファイルを読み込むだけで相当な時間がかかってしまう。また、仮に



メインメモリに全てのキーワードファイルを保存しておくことができたとしても、現在の液晶パネルでは、 $1024 \times 768$ 程度の画素サイズが主流であり、FORSの画像の例だと、最低約4000回空間光変調器に表示するデータを書き換えなくてはならない。例として、1秒間に30フレーム表示できたとしても、全画像データを検索するのに、 $4000 \div 30 = \text{約} 130 [\text{sec}]$  かかってしまう。そのため、検索システム全体で見した場合、キーワードデータの読込時間、空間光変調器の書換時間がネックとなり、OMVMの高速性が十分に生かし切れないという問題があった。

【0013】また、確信度の与え方に個人差があると考えられ、ユーザーが与えた確信度をそのまま検索要求ベクトルの要素 $q_i$ としても、検索精度の向上が望めない場合がある。

【0014】また、シソーラスは通常専門家が協議して作成されており、文章検索の場合は、文章中から単語の出現確率を抽出して自動的にシソーラスを作成する試みも行われている。しかし、画像検索の場合には、画像から直接キーワードを生成することは困難であり、画像入力時にオペレータが指定する方法が一般的である。そのため、実際のユーザーと表現が異なる可能性が高く、検索効率を下げる要因となる。さらに、キーワードの表現は、ユーザーの性格・嗜好等で異なると考えられる。

【0015】本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光ディスクに高密度にキーワード等の情報をホログラムとして記録し、記録された全キーワードを光学的に一度に読み出すようにし、かつ、検索要求ベクトルを空間光変調器に表示するようにして、キーワードデータの読込時間、空間光変調器の書換時間の短縮を図り、光マトリクスベクトル積演算器（OMVM）の高速性を十分に生かすようにした光演算装置及びそれをを用いたキーワード検索装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の光演算装置は、コヒーレント光を発生する光源と、前記コヒーレント光を平面波に変換し、かつスリット状に整形する1つまたは複数の照射光学系と、2次元に配列した第1のデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ前記ホログラム同士を半径方向に所定間隔ずらして構成され、半径方向の全体の長さが光ディスクの半径方向の記録領域の長さにはほぼ等しいデータの組を第1の記録部に記録し、前記第1のデータとは異なる2次元に配列した第2のデータを1列毎に1次元フーリエ変換型のホログラムに変換し、かつ、前記ホログラム同士を半径方向に前記所定幅と同じか又は小さい間隔だけずらして構成され、半径方向の全体の長さが前記第1のデータの長さより短いデータの組を、前記第1の各データが記録された前記第1の記録部の間の

第2の記録部に記録した光ディスクと、前記照射光学系からの前記コヒーレント光で照射された前記光ディスク上の前記第1のデータ、前記第2のデータの少なくとも一方を構成するホログラムから、前記2次元に配列したデータの各要素に対応した画像を再生する1つ又は複数の再生光学系と、前記コヒーレント光で再生された画像をインコヒーレント光の光強度で前記2次元データの各要素値に比例する再生データに変換するための1つ又は複数の拡散板と、前記再生データとの積を演算すべきベクトルの各要素値を透過率の形で表示する1つ又は複数の空間光変調素子と、前記空間光変調素子に表示する前記各要素値の透過率分布を決定し、前記空間光変調素子を制御する1つ又は複数の空間光変調素子制御装置と、前記拡散板上より発し、前記空間光変調素子を透過した後のインコヒーレント光を集光する1つ又は複数の集光光学系と、前記集光光学系により集光された光の強度を検出する1つ又は複数の光検出手段と、前記光検出手段の信号値をマトリクスベクトル積の各要素の値に変換する1つ又は複数の演算結果デコード部と、を備えていることを特徴とするものである。

【0017】本発明の第1のキーワード検索装置は、上記の光演算装置を用い、前記第1のデータ、前記第2のデータの少なくとも一方のデータをキーワードの組とし、かつ、前記空間光変調素子に表示されるベクトルを検索要求データとすることを特徴とするものである。

【0018】この場合、第1のデータ、第2のデータの一方には画像データを格納し、もう一方にはキーワードデータを格納するようにすることができる。

【0019】本発明の第2のキーワード検索装置は、記録データの各々に予めキーワードを付与し、ユーザーが入力したキーワード及び確信度と比較して記録データを検索し、検索結果を出力するキーワード検索装置において、ユーザーが入力したキーワード及び確信度と、実際に目的画像に付与されていたキーワードとからユーザー毎の利用履歴データを作成する利用履歴データ作成部と、前記ユーザー毎の利用履歴データに基づき、各ユーザー毎に確信度-キーワード付与確率を算出又は補正する確信度-キーワード付与確率算出部と、前記ユーザー毎の利用履歴データに基づき、各ユーザー毎にユーザーシソーラスを補正するユーザーシソーラス算出部と、前記確信度-キーワード付与確率、前記ユーザーシソーラス、及び、ユーザー毎の利用履歴を記憶する記憶部と、前記記憶部にデータを記憶するか又はそれから記録データを読み出すドライバ部と、前記確信度-キーワード付与確率、及び、前記ユーザーシソーラスに従って検索要求ベクトルを作成する検索要求ベクトル作成部と、を備えていることを特徴とするものである。

【0020】ここで、前記確信度-キーワード付与確率は、ユーザー毎の利用履歴データに基づき、ユーザーが入力した確信度に対して、各確信度で入力されたキー

ードが実際に目的画像に付与されていた確率を表すものであり、前記ユーザーシソーラスは、ユーザー毎の利用履歴データに基づき、ユーザーがあるキーワードを入力したとき他のキーワードが目的画像に付与されている確率の個人差を示すものである。

【0021】また、記憶部としては、装置内に内蔵されるメモリのほか、ICカード、光カード、光メモリ部とICカード両方を備えたハイブリッドカード等の可搬型の記憶媒体を用いることができる。

【0022】本発明の光演算装置及び第1のキーワード検索装置においては、光ディスクに記録領域のロスなしに有効にデータを格納することができ、ホログラムとして記録された全キーワードを光学的に一度に読み出すようにし、かつ、検索要求ベクトルを空間光変調素子に表示するようにして、キーワードデータの読込時間、空間光変調素子の書換時間の短縮を図り、光の並列処理能力を利用した光マトリクスベクトル積演算器の高速性を十分に生かすことができる。また、画像データとそれに対応するキーワードを記録しておくことにより、キーワード検索と画像読み出しを同時に行うことができ、画像検索の高速化ができる。

【0023】本発明の第2のキーワード検索装置においては、キーワード検索において、各ユーザー個人の利用履歴及び、この利用履歴に基づいて作成される確信度キーワード付与確率、ユーザーシソーラスの各データを検索に用いるので、システムを初めて使用する際にトレーニングをする必要がない等、ユーザーの負担が小さいにも関わらず、精度の高い検索が可能になる、検索効率を向上させていくことができ、ユーザー毎に最適で迅速・安全・確実にキーワード検索ができる。

【0024】

【発明の実施の形態】まず、本出願人により同時に出願された特許に開示された本発明の前提技術である光ディスクを用いたキーワード検索システムについて説明する。

【0025】この検索システムのシステム全体の概念図を図1に示す。なお、図1の構成の中、本発明の前提技術については概念的な説明のみを述べる。

【0026】このシステムでは、ユーザーが目的画像を想起し、その画像についてのキーワードや、各キーワードに対する確信度をキーワード・確信度入力部7から入力する。入力されたキーワード・確信度は、キーワード・確信度コーディング部8で液晶パネル5に表示する検索要求データに変換される。この検索要求データは光学的キーワード検索部17に入力され、データベース内の各画像に対して、前記(1)式に基づいた評価値 $s^{(k)}$ が求められる。

【0027】光学的キーワード検索部17は、キーワード再生部18と検索評価値算出部19とからなるが、詳しくは後述する。光学的キーワード検索部17から出力

された評価値 $s^{(k)}$ は、検索候補画像ID検出部13に入力され、検索候補画像ID検出部13は候補画像のID(画像に予め付与される識別用の番号等)を決定する。一般に、候補画像は検索評価値 $s^{(k)}$ の大きい画像から順に複数出力される。検索候補画像読み出し部14では、検出された候補画像のIDに従って画像データベース15にアクセスし、結果を画像表示部16に出力する。

【0028】前述のキーワード再生部18は、Marchand等によって提案されたMotionless-head Parallel readout Optical-disk System (MPOS) の手法を利用している。すなわち、半導体レーザー等の光源1で発生されたコヒーレント光は、照射光学系2を通して光ディスク3に照射される。光ディスク3には、後述する方法でコーディングされた画像に付与されたキーワードデータが記録されており、再生光学系4により、元のキーワードデータが後述する検索評価値算出部19の拡散板51上に再生される。

【0029】検索評価値算出部19は、キーワードデータの再生像が形成される拡散板51と、検索要求を表示する空間光変調素子としての液晶パネル5と、液晶パネル5を駆動・コントロールする液晶パネルドライバ6と、液晶パネル5を透過した光をディテクタ(ディテクタアレイ)10上に集光する集光光学系9と、ディテクタ10からの信号を離散化するA/D変換部11と、A/D変換されたデータから前記(2)式で与えられる検索評価値 $s$ にデコードする検索評価値デコード部12とからなる。

【0030】光ディスク3上には、キーワードデータを計算機合成ホログラム(Computer Generated Hologram; CGH)の形で記録をする。図2にその記録の様子を模式的に示す。各画像に対するキーワードは、図2(a)のStep1に示すように、画像IDを示す部分と合わせて記録され、各画像に対する情報の単位となる。以後、このID部とキーワード部をそれぞれKWID、IDと表記し、キーワード部と画像ID部を合わせてキーワードセグメントと呼ぶ。図2では、ID部とキーワード部の間に隙間が空いているが、これは図を見やすくするためであり、必ずしも必要ではない。キーワード部の各要素は、赤・青・…、車・電車・…、果物・花・…といったキーワードそれぞれに対応し、キーワードが付与されている場合は白、付与されていない場合は黒で表す。光ディスク3にキーワード情報を記録する際は、図2(a)のStep1のように、各キーワードセグメントを2次元画像の形にまとめる。各列は1次元フーリエ変換され、光ディスク3にビットとして記録するために、2値にコーディング(バイナリーコーディング)される(Step2)。バイナリーコーディングの方法は、Marchand等によって提案されている方法を使うことができる。

【0031】ここで、光ディスク3上の有効な部分（ビットを形成できる部分）の幅を $R_{\text{eff}}$ としたとき、1次元フーリエ変換されたキーワードセグメントの各列を、図2(a)のStep3のように、最終的な全体の高さが $R_{\text{eff}}$ に等しくなるように半径方向にずらし、光ディスク3上にビットとして書き込む(Step4)（以後、半径方向にずらして光ディスク3上に記録されたキーワードセグメントを $D_1, D_2, \dots$ 等とする）。キーワードセグメントの各列を半径方向にずらす理由は、2次元にまとめたキーワード情報を1回のスリット状の照明で同時に再生するためである。同様に、図2(d)に示すように、他の画像のキーワードを同様にコーディングし、キーワードセグメント $D_1, D_2, \dots$ として光ディスク上に並べて書き込む。

【0032】キーワード項目が比較的少ない場合には、図2(b)のように、1枚の2次元画像に複数のデータセグメントを配置することができる。キーワードが多くなる場合には、複数の2次元画像にデータセグメントを分けて構成しても構わない。また、図2(c)のように、2次元画像のうちの一列が全てオンとなるようにしておくと、キーワードデータ再生時のトリガ(TRG)として利用することができる。

【0033】図3(a)には、キーワード再生部18における光学系構成の例を示す。照射光学系2は、ピンホール2a、コリメータレンズ2b、円筒レンズ2cからなる。再生光学系4は、2つの円筒レンズ4a, 4bからなる。光源1から出たコヒーレント光は、ピンホール2aを通すことで点光源から出た光と同等になり、コリメータレンズ2bによって平面波となる。円筒レンズ2cはその平面波をスリット状に集光し、図3(b)に示すように、注目するキーワードセグメント $D_i$ の組だけにコヒーレント光を照射する。光ディスク3を透過した光は、円筒レンズ4aにより1次元フーリエ変換され、さらに円筒レンズ4bで横方向に拡大（又は、縮小）されて、図2の方法でコーディングする前のキーワードセグメントの組（図2(a)のStep1参照）が液晶パネル5の直前に配置された拡散板51上にキーワード再生像20として再生される。以後、「再生像」という単語は、再生光学系によって結像された像そのものではなく、この拡散板51上に投影された像のことを指すこととする。このとき、光ディスク3上にコーディングされたCGHはフーリエ変換ホログラムであり、フーリエ変換のシフト・インバリエントな特性から、光ディスク3の半径方向にずらして記録したにも関わらず、ずれていない正確な2次元像が再生されることに注意する必要がある。

【0034】図4には、検索評価値算出部19の構成例を示す。検索評価値算出部19は、拡散板51、液晶パネル5、集光光学系（図示せず）、ディテクタ10、A/D変換部11、検索評価値デコード部12からなり、

OMVMの構成を取る。光ディスク3からのキーワード再生像20は、前記再生光学系4により液晶パネル5の直前に配置された拡散板51上に結像する。図では、拡散板51と液晶パネル5が離れているように示されているが、実際は、拡散板51と液晶パネル5は密着している。また、拡散板51と液晶パネル5が密着できない場合は、図示しない光学系で、拡散板51上の再生像20の実像を液晶パネル5上に結像させても構わない。液晶パネル5を透過した光は、集光光学系（図示せず）によりディテクタ10上に集光される。ディテクタ10で検出された光強度は、A/D変換部11で量子化される。検索評価値デコード部12は、キーワードが図2(c)のように配列されていた場合等、各画像に対する評価値 $s^{(k)}$ を計算して出力する。

【0035】このシステムでは、キーワードセグメントDにコヒーレント光が照射されると同時にキーワードが光学的に読み出され、OMVMにより検索評価値 $s^{(k)}$ がディテクタ10で検出される。キーワード検索で最も時間がかかるキーワードデータの読み出し、検索評価値 $s^{(k)}$ の計算が光の並列処理能力を十分に利用して高速化することができる。Marchand等が現在市販されているWORM (Write Once Read Many) ディスクのパラメータを元に行った試算によると、MPOSのデータ読み出し能力は1.2 Gbyte/secが見込まれている。

【0036】さて、本発明は上記の前提技術の光ディスクを用いたキーワード検索装置の改良に関するものであり、以下に本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0037】図5を参照して本発明の第1の実施形態を説明する。図2のように、光ディスク3の半径方向にキーワードセグメントDの各列を半径方向にシフトさせて記録した場合、光ディスク3は円形のため、キーワードセグメント $D_1, D_2, \dots$ は厳密には図2(d)のように平行には並ばず、図5のように、キーワードセグメント $D_1, D_2, \dots$ 間のディスク外縁部にキーワードの再生に寄与しない部分 $S_{\text{out}}$ が大きくなり生じてしまう。そこで、このキーワードの再生に寄与しない部分 $S_{\text{out}}$ に、別のキーワードセグメント若しくは画像 $D_1', D_2', \dots$ を図2で説明した記録方法と同様な方法で記録する。図2で説明したキーワードセグメント $D_1, D_2, \dots$ を格納する部分を第1記録部と呼び、上記部分 $S_{\text{out}}$ の新たに記録した部分を第2記録部とする。このとき、第1記録部に画像データ、第2記録部にそれに対応するキーワードセグメントを記録しておけば、キーワード検索と画像読み出しを同時に行うことができ、本発明は、上記の前提技術のように画像データベース15から画像を読み出す場合に比べて、高速化できる。もちろん、キーワードと画像の記録領域を入れ換えても構わない。

【0038】第2記録部に記録する際に、1次元CGH同士のシフト量 $d_2$ を、第1記録部のシフト量 $d_1$ と等しくすると、図6に(a)で示すような長さになり、光ディスク3の内周部で第1記録部のデータとクロストークが発生する。そのため、第2記録部から再生された像の一部は利用できないが、図1～図4において説明した構成がそのまま利用できる。また、 $d_2 < d_1$ とする場合、図6に(b)で示すように、スリット状に集光照射する光の照射角度を基準線に対して $\alpha_1$ から $\alpha_2$ に変える必要があるため、照射光学系は2つ必要になるが(図示せず)、 $d_2 = d_1$ とする場合に比べて、記録領域のロスを少なくすることができ、有効にデータを格納することができる。

【0039】また、ディスクから再生された画像をパターンマッチングに利用することもできる。このようにすることで、キーワードによる検索のみでなく、画像の構成要素から検索することも可能になる。

【0040】さらに、前記同時出願特許で提案したDigital Partitioning法を利用する方法、ホログラムの再生に反射型の構成を使う方法等、前記同時出願特許の全て\*20

$$P_{\dots, A} (C)$$

= (確信度Cと入力されたキーワードが目的画像に付与されていた回数)

$$\div (\text{確信度Cと入力されたキーワードの全数}) \quad \dots (3)$$

により算出し、実際の検索は入力された確信度を対応する確信度-キーワード付与確率に置き換えて行う。

【0045】また、画像検索システムで用いられるキーワード同士の関連性は、図8の上段に示すように、ユーザー全体で一般的な部分と、下段に示すように、個々の\*

$$s^{(k)} = (W \cdot r^{(k)})^T \cdot (T \cdot q^*) \quad \dots (4)$$

(4)式で、 $q^*$ はユーザーが入力したキーワード・確信度である。 $W$ はユーザー全体に対して一般的なキーワードの関連を示すマトリクスで、一般的なシソーラスによる値又はシステム作成時に設定したシソーラスを用いて作成する。

$$T_{ij} = P(t_i | t_j^*)$$

ここで、 $u$ の添字はユーザーが入力したキーワードであることを示し、(5)式は“ユーザーがj番目のキーワードを入力したときに、目的画像にi番目のキーワードが付与されている確率”を表す。

【0049】図9は、上記の前提技術を元にした本実施形態の検索装置の構成例を示す。図9に図示した検索装置の特徴は、記憶部としてのハイブリッドカード40と、カードドライバ39が構成に含まれていることである。ハイブリッドカード40のIC部は、ユーザー認証に必要なID、パスワード、アクセスレベル等のデータが格納されている。また、ハイブリッドカード40の光メモリ部には、前記した(5)式で与えられるユーザーシソーラスと、図7のような各ユーザーの確信度と確率の関係を示す確信度-キーワード付与確率、及び、各ユーザーの過去に検索した目的画像のID、キーワード、

\*の実施形態と組み合わせて実施することが可能である。

【0041】次に、本発明の第2の実施形態として、IC部と光メモリ部の両方を持つハイブリッドカードを利用して、キーワード検索時に入力するキーワードや確信度の個人差を補正し、検索効率を向上する検索装置について説明する。

【0042】まず、前記の同時出願特許に開示された本発明の前提技術について説明するが、ここでは核となる構成部分を説明するに止める。

【0043】一般に、入力した検索要求データに含まれる確信度の値と目的画像に入力したキーワードが実際に含まれている確率との間には、図7に示すように個人差があると考えられる。控えめなユーザーAと比較して、思いこみの激しいユーザーBの場合は、あるキーワードに対して同じ確信度を入力しても、入力したキーワードが目的画像に含まれる確率は低くとなると考えられる。

【0044】そこで、ユーザー毎に、入力した確信度Cと、その確信度Cで入力したキーワードが実際に目的画像に付与されていた確率 $P_{\dots, A} (C)$ (確信度-キーワード付与確率)を、

※ユーザー毎に異なる部分に分けられる。そこで、(2)式で与えられる検索評価値を次の(4)式のように変形する。

$$[0046]$$

30★【0047】ここで、 $T$ は個人的なキーワードの関連即ちユーザーシソーラスにより、検索要求ベクトルを修正するマトリクスであり、各要素 $T_{ij}$ を(5)式で与えられる条件付き確率で定義する。

$$[0048]$$

$$\dots (5)$$

指定したキーワードが目的画像に含まれていたかどうか等の利用履歴情報が格納されている。

【0050】以下、図9の検索装置の動作の流れを追ってこの実施形態を説明する。ユーザーが検索装置を使用する際には、個人で管理しているハイブリッドカード40をカードドライバ39に挿入し、パスワード等でユーザー認証部36からシステムの使用許可を受ける。このとき、ユーザー認証部36は、ハイブリッドカード40のIC部分に記録されたデータを基に、使用ユーザーの使用許可や、アクセスできる範囲を決定する。次に、検索要求ベクトル作成部41は、ハイブリッドカード40の光メモリ部からユーザーシソーラス、確信度-キーワード付与確率を読み出す。このとき、ユーザーが初めてシステムを使う場合には、確信度-キーワード付与確率に関して、(確信度) = (確率)となるようなデータ

が、ユーザーシソーラスに関しては、登録ユーザー全ての検索履歴から算出し、装置に記録されているマトリクスTが初期値として得られるようにする。ユーザーは、キーワード・確信度入力部7から目的の画像に付与されていると考えられるキーワード及びその確信度を入力する。検索要求ベクトル作成部41では、確信度-確率の関係から、各キーワードに対する検索要求ベクトル $q^*$ の要素(各キーワードに対する確信度)を、ユーザー個人の確率に置き換える。例えば図7で、確信度を0.8と入力したとき、そのキーワードに対して確率はユーザーAの場合は0.9が、ユーザーBの場合は0.3が与えられる。さらに、ハイブリッドカード40の光メモリ部のデータに基づいて検索要求ベクトル $q^*$ を( $T \cdot q^*$ )に変換する。検索評価値算出部35では、キーワードデータを画像データベース15から読み出して、

(2)式における検索評価値を計算する。この検索評価値算出部35は、第1の実施形態のような光ディスクを用いたOMVMの構成でも構わないし、パーソナルコンピュータ、ワークステーション上で(2)式の計算を行うようなソフトウェアや、専用の計算機でも構わない。なお、検索候補画像ID検出部13から画像表示部16までの流れは前提技術の説明での検索装置と本質的に同様のため省略する。

【0051】ユーザーが画像表示部16の出力を確認して検索結果確認部42にて「目的画像である」旨を入力し、検索結果が確定したとき、入力キーワード付与判定部31では、ユーザーの入力したキーワード・確信度と実際に検索結果画像に付与されていたキーワードとを比較し、利用履歴としてハイブリッドカード40に記録する。利用履歴は、例えば図10のようなデータファイルとして記録しておけばよい。ユーザーシソーラス作成部38、確信度-キーワード付与確率算出部33は、記録された利用履歴からユーザーシソーラス、確信度-キーワード付与確率を計算してハイブリッドカード40に記録し、最新のユーザー環境とする。このとき、図10のデータを使う場合、(5)式を計算するために、キーワードデータは改めて画像データベース15から読み出してくる必要があるが、利用履歴の記憶する部分に余裕があれば、目的画像に付与されていたキーワードを記録しておく、ユーザーシソーラス、確信度-キーワード付与確率の計算が高速化される。また、図10のデータファイルにリレーショナルデータベース等の手法を用いることで、より効率的に利用履歴を格納することができる。

【0052】本実施形態では、ハイブリッドカード40を利用した構成を説明したが、検索装置にユーザー環境(ユーザーシソーラス等のデータ)が残せるのであれば、ICカードを使ってユーザー認証のみを行うことができるのは当然である。この場合、許可を受けていないユーザーが勝手にシステムに入って検索や更新を行うこ

とができないため、システム全体の安全性を高めることができる。

【0053】また、公共の施設に設置され、誰でも自由に検索できるような検索装置の場合は、ユーザーの検索環境のみを記録すればよいので、光カードを利用することができる。

【0054】さらに、本願の実施形態は、同時に出願した特許及び本願のいかなる実施形態とも組み合わせることが可能である。特に、Dempster-Shafer 理論(DS理論)の概念を取り入れ、複数のキーワードが入力されても妥当な確信度の範囲を超えずに検索要求ベクトルを修正する方法は、検索効率の向上に有効である。

【0055】以上、本発明の光演算装置、キーワード検索装置を実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されず種々の変形が可能である。例えば、第2の実施形態で、記憶部として可搬型記録媒体であるハイブリッドカードを用いたが、ICカード、光カード、フロッピーディスク等の他の可搬型の記憶媒体や、半導体メモリや、ハードディスク等の装置内に内蔵される記録媒体を用いることができる。

【0056】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の光演算装置及び第1のキーワード検索装置によると、光ディスクに記録領域のロスなしに有効にデータを格納することができ、ホログラムとして記録された全キーワードを光学的に一度に読み出すようにし、かつ、検索要求ベクトルを空間光変調素子に表示するようにして、キーワードデータの読込時間、空間光変調素子の書換時間の短縮を図り、光の並列処理能力を利用した光マトリクスベクトル積演算器の高速性を十分に生かすことができる。また、画像データとそれに対応するキーワードを記録しておくことにより、キーワード検索と画像読み出しを同時に行うことができ、画像検索の高速化ができる。

【0057】また、本発明の第2のキーワード検索装置によると、キーワード検索において、ハイブリッドカード等の可搬型記録媒体に各ユーザー個人の利用履歴に基づいて作成される確信度-キーワード付与確率、ユーザーシソーラスを保存し、そのデータを検索に用いるので、システムを初めて使用する際にトレーニングをする必要がない等、ユーザーの負担が小さいにも関わらず、精度の高い検索が可能になる、検索効率を向上させていくことができる等の利点に加え、個人データをユーザー毎に保存できるので、ユーザー毎に最適で迅速・安全・確実にキーワード検索ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の前提技術であるキーワード検索装置の概念図である。

【図2】キーワードデータの記録の様子を模式的に示す図である。

【図3】キーワード再生部の光学系構成の例を示すための斜視図である。

【図4】検索評価値算出部の構成例を示すための斜視図である。

【図5】本発明の第1実施形態に基づいて光ディスクに設けられるデータ記録部の配置を説明するための図である。

【図6】第1実施形態において各記録部に記録されるデータのシフト量とスリット状照射光の角度関係を説明するための図である。

【図7】入力した確信度の値と目的画像に入力したキーワードが実際に含まれる確率との関係を示す図である。

【図8】キーワード同士の関連性を説明するための図である。

【図9】第2実施形態のキーワード検索装置のシステム構成図である。

【図10】利用履歴として記録されるデータファイルの形を例示するための図である。

【図11】周知の光マトリクスベクトル積演算器の概念図である。

【符号の説明】

- 1…光源
- 2…照射光学系
- 2a…ピンホール
- 2b…コリメータレンズ
- 2c…円筒レンズ
- 3…光ディスク
- 4…再生光学系
- 4a, 4b…円筒レンズ
- 5…液晶パネル

\* 6…液晶パネルドライバ

7…キーワード・確信度入力部

8…キーワード・確信度コーディング部

9…集光光学系

10…ディテクタ(ディテクタアレイ)

11…A/D変換部

12…検索評価値デコード部

13…検索候補画像ID検出部

14…検索候補画像読み出し部

15…画像データベース

16…画像表示部

17…光学的キーワード検索部

18…キーワード再生部

19…検索評価値算出部

20…キーワード再生像

31…入力キーワード付与判定部

33…確信度・キーワード付与確率算出部

35…検索評価値算出部

36…ユーザー認証部

20 38…ユーザーシソーラス作成部

39…カードドライバ

40…ハイブリッドカード

41…検索要求ベクトル作成部

42…検索結果確認部

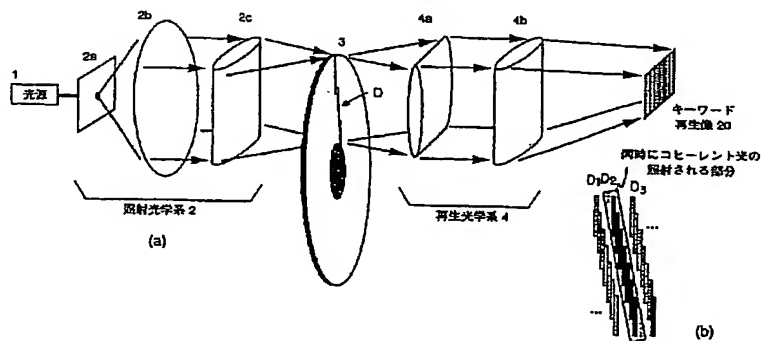
51…拡散板

D, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, ……キーワードセグメント(第1の記録部)

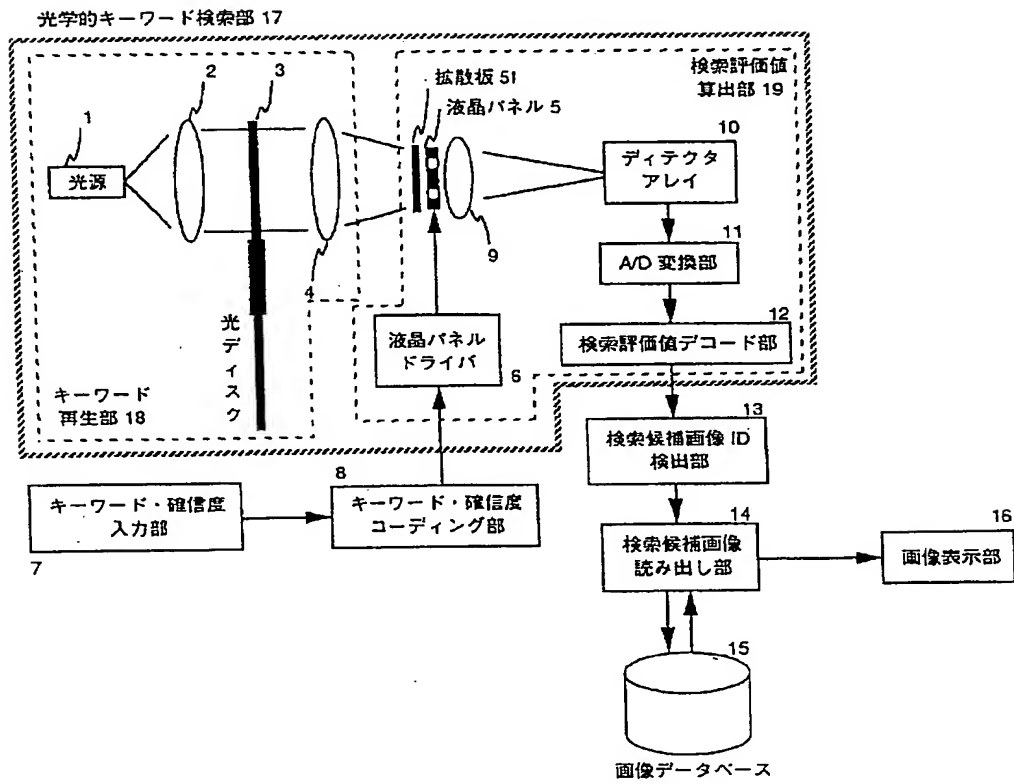
D<sub>1</sub>', D<sub>2</sub>', ……キーワードセグメント、画像(第2の記録部)

\* 30 S<sub>out</sub> …キーワード再生に寄与しない部分

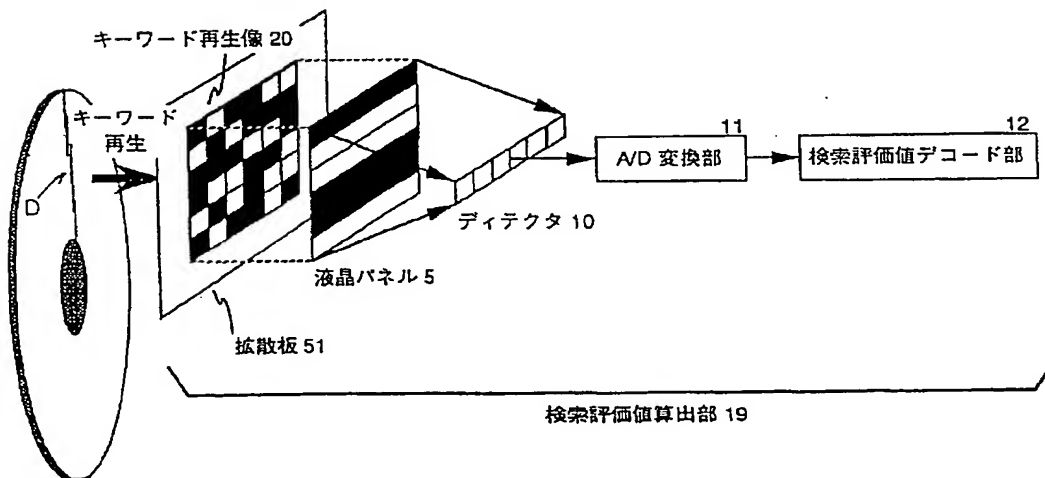
【図3】



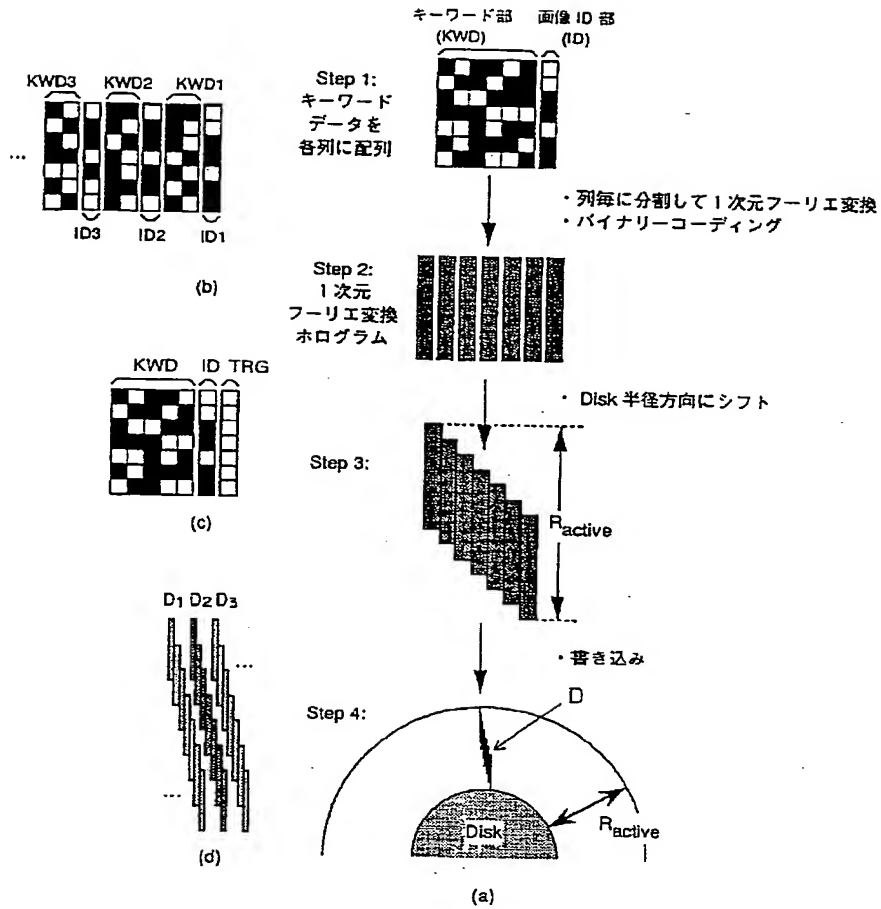
【図1】



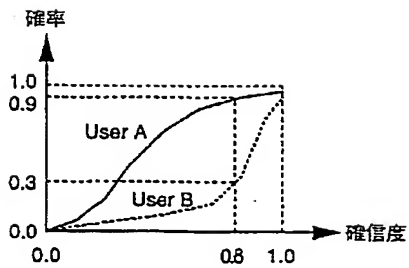
【図4】



〔図2〕



〔図7〕

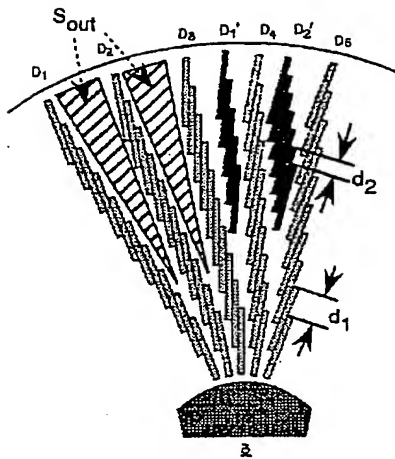


〔図10〕

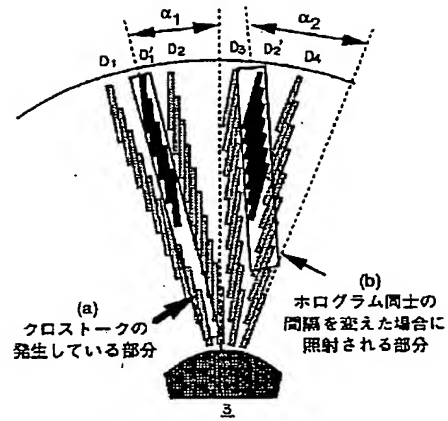
ユーザー ID : 7119		最終更新 : 1997.1.25	
目的画像 ID	キーワード	確信度	目的画像に含まれていたか
H-114	tm	0.5	×
	ts	0.9	○
	tk	0.3	×
N-317	lm	1.0	○
	tw	0.7	○
	to	0.8	×
⋮	⋮	⋮	⋮



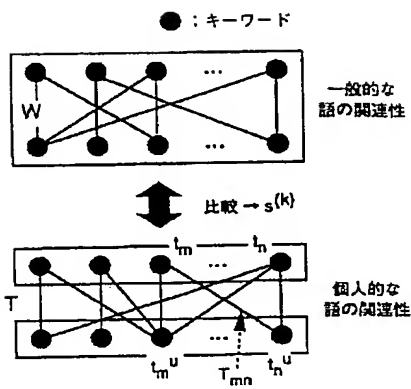
【図5】



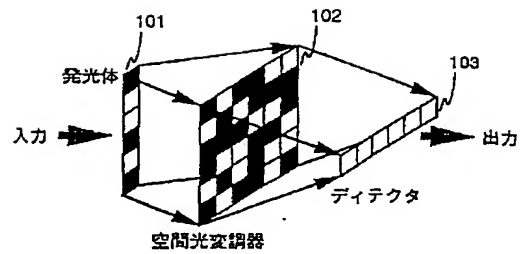
【図6】



【図8】



【図11】



【図9】

